

⑫ 公開特許公報(A) 平2-1080

⑬ Int.Cl.⁵G 06 F 15/70
A 61 B 6/00
G 06 F 15/62

識別記号

3 3 5

庁内整理番号

7368-5B

⑭ 公開 平成2年(1990)1月5日

8419-5B
8119-4C

A 61 B 6/00

3 0 3 L

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全15頁)

⑮ 発明の名称 放射線照射野輪郭候補点正誤判定方法

⑯ 特 願 昭63-186084

⑰ 出 願 昭63(1988)7月26日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)3月19日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-66737

㉑ 発 明 者 武 尾 英 哉 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内

㉒ 出 願 人 富士写真フイルム株式 神奈川県南足柄市中沼210番地
会社

㉓ 代 理 人 弁理士 柳田 征史 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

放射線照射野輪郭候補点正誤判定方法

2. 特許請求の範囲

- (1) 照射野絞りをかけて放射線が照射されて放射線画像情報が記録された記録媒体から前記画像情報を読み取り、この画像情報に基づいて、照射野の輪郭上にあると考えられる輪郭候補点を検出する方法において、

検出された輪郭候補点が所定の判定基準を満たしているか否かを調べ、満たしていない場合は、該輪郭候補点が前記輪郭上に位置しない誤検出の点であると判定することを特徴とする放射線照射野輪郭候補点正誤判定方法。

- (2) 照射野絞りをかけて放射線が照射されて放射線画像情報が記録された記録媒体から前記画像情報を読み取り、この画像情報に基づいて、照射野の輪郭上にあると考えられる輪郭候補点を検出する方法において、

検出された輪郭候補点が所定の判定基準を満た

しているか否かを調べるとともに、

この輪郭候補点から、それ以外の輪郭候補点に基づいて照射野輪郭上にあると想定される点までの平均画像濃度を求め、

前記輪郭候補点が前記判定基準を満たさず、かつ前記平均画像濃度が所定のしきい値を下回る場合は、この輪郭候補点が前記輪郭上に位置しない誤検出の点であると判定することを特徴とする放射線照射野輪郭候補点正誤判定方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、放射線画像情報が記録された蓄積性蛍光体シートなどの記録媒体から上記放射線画像情報を読み取る際に、該記録媒体における放射線照射野を認識するために、この照射野の輪郭部分上に位置するとして検出した輪郭候補点が正しいか否かを判定する方法に関するものである。

(従来技術)

記録された放射線画像を読み取って画像信号を得、この画像信号に適切な画像処理を施した後、画像を再生記録することは種々の分野で行なわれている。たとえば、後の画像処理に適合するように設計されたガンマ値の低いX線フィルムを用いてX線画像を記録し、このX線画像が記録されたフィルムからX線画像を読み取って電気信号に変換し、この電気信号(画像信号)に画像処理を施した後コピー写真等に可視像として再生することにより、コントラスト、シャープネス、粒状性等の画質性能の良好な再生画像を得ることのできる

域にわたって画像を記録しようという実用的な利点を有している。すなわち、蓄積性蛍光体においては、放射線露光量に対して蓄積後に励起によって輝尽発光する発光光の光量が極めて広い範囲にわたって比例することが認められており、従って種々の撮影条件により放射線露光量がかかなり大幅に変動しても、蓄積性蛍光体シートより放射される輝尽発光光の光量を読取ゲインを適当な値に設定して光電変換手段により読み取って電気信号に変換し、この電気信号を用いて写真感光材料等の記録材料、CRT等の表示装置に放射線画像を可視像として出力させることによって、放射線露光量の変動に影響されない放射線画像を得ることができる。

上記システムにおいて、蓄積性蛍光体シートに照射された放射線の線量等に応じて最適な読取条件で読み取って画像信号を得る前に、予め低レベルの光ビームにより蓄積性蛍光体シートを走査してこのシートに記録された放射線画像の概略を読み取る先読みを行ない、この先読みにより得られ

システムが開発されている(特公昭61-5198号公報参照)。

また本願出願人により、放射線(X線、 α 線、 β 線、 γ 線、電子線、紫外線等)を照射するとこの放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じて輝尽発光を示す蓄積性蛍光体(輝尽性蛍光体)を利用して、人体等の被写体の放射線画像を一旦シート状の蓄積性蛍光体に撮影記録し、この蓄積性蛍光体シートをレーザー光等の励起光で走査して輝尽発光光を生ぜしめ、得られた輝尽発光光を光電的に読み取って画像信号を得、この画像信号に基づき被写体の放射線画像を写真感光材料等の記録材料、CRT等に可視像として出力させる放射線画像記録再生システムがすでに提案されている(特開昭55-12429号、同56-11395号、同55-163472号、同56-104645号、同55-116340号等)。

このシステムは、従来の銀塩写真を用いる放射線写真システムと比較して極めて広い放射線露出

た先読画像信号を分析し、その後上記シートに上記先読みの際の光ビームよりも高レベルの光ビームを照射して走査し、この放射線画像に最適な読取条件で読み取って画像信号を得る本読みを行なうように構成されたシステムもある(特開昭58-67240号、同58-67241号、同58-67242号等)。

ここで読取条件とは、読取りにおける輝尽発光光の光量と読取装置の出力との関係に影響を与える各種の条件を総称するものであり、例えば入出力の関係を定める読取ゲイン、スケールファクタあるいは、読取りにおける励起光のパワー等を意味するものである。

また、光ビームの高レベル/低レベルとは、それぞれ、上記シートの単位面積当りに照射される光ビームの強度の大/小、もしくは上記シートから発せられる輝尽発光光の強度が上記光ビームの波長に依存する(波長感度分布を有する)場合は、上記シートの単位面積当りに照射される光ビームの強度を上記波長感度で重みづけした後の重みづけ強度の大/小をいい、光ビームのレベルを変え

る方法としては、異なる波長の光ビームを用いる方法、レーザ光源等から免せられる光ビームの強度そのものを変える方法、光ビームの光路上にNDフィルター等挿入、除去することにより光ビームの強度を変える方法、光ビームのビーム径を変えて走査密度を変える方法、走査速度を変える方法等、公知の種々の方法を用いることができる。

また、この先読みを行なうシステムか先読みを行なわないシステムかによらず、得られた画像信号（先読画像信号を含む）を分析し、画像信号に画像処理を施す際の最適な画像処理条件を決定するようにしたシステムもある。この画像信号に基づいて最適な画像処理条件を決定する方法は、蓄積性蛍光体シートを用いるシステムに限られず、たとえば従来のX線フィルム等の記録媒体に記録された放射線画像から画像信号を得るシステムにも適用されている。

上記画像信号（先読画像信号を含む）を分析して最適な読取条件、画像処理条件を求める方法は種々提案されているが、その方法のひとつとして、

ところが、前述のようにして画像信号を分析して読取条件、画像処理条件を求めるにあたって、分析に用いた画像信号が、照射野絞りをを用いて撮影した記録媒体から得られた画像信号である場合、この照射野の存在を無視して画像信号を分析しても撮影記録された放射線画像が正しく把握されず、誤った読取条件、画像処理条件が求められ観察適正の優れた放射線画像が再生記録されない場合が生ずる。

これを解決するためには、読取条件、画像処理条件を求める前に、照射野を認識し、照射野内の画像信号に基づいて読取条件、画像処理条件を求める必要がある。

本出願人は既に、放射線照射野を認識する方法をいくつか提案しており（例えば特開昭81-39039号）、このような方法によって照射野を認識し、その認識領域のみに対応する画像信号に基づいて読取条件、画像処理条件を求めるようにすれば、上述の不具合は解消可能である。

上述のような放射線照射野を認識する方法にお

画像信号のヒストグラムを作成する方法が知られている（たとえば、特開昭60-156055号）。画像信号のヒストグラムを求めることにより、たとえば画像信号の最大値、最小値や、頻度が最大となる点の画像信号の値等を知ることができ、これらの各値から蓄積性蛍光体シート、X線フィルム等の記録媒体に記録された放射線画像の特徴を把握することができる。そこでこのヒストグラムに基づいて最適な読取条件、画像処理条件を求めることにより、観察適正のすぐれた放射線画像を再生出力することが可能となる。

一方、記録媒体に放射線画像を撮影記録するに際しては、被写体の観察に必要な無い部分に放射線を照射しないようにするため、あるいは観察に不要な部分に放射線を照射するとその部分から観察に必要な部分に散乱線が入り画質性能が低下するため、放射線が被写体の必要な部分および記録媒体の一部にのみ照射されるように放射線の照射域を制限する照射野絞りを使用して撮影を行なうことも多い。

いては多くの場合、まず照射野の輪郭上にあると考えられる点、すなわち輪郭候補点をいくつか求めるようにしている。そしてこのような輪郭候補点がいくつか求まったならば、次にそれらの点に沿う直線あるいは曲線を求めれば、これらの直線あるいは曲線の内側を放射線照射野と認識することができる。

上記の輪郭候補点を検出する方法としては例えば、記録媒体に記録された放射線画像を読み取って該記録媒体上の各位置に対応するデジタル画像データを求め、次にこの画像データを記録媒体上の1本のラインに沿って微分処理し、この処理によって得られた微分値の絶対値が所定のしきい値を超える点を、あるいはそのような点がいくつか存在したならばそれらのうち最も記録媒体の端部に近い点を輪郭候補点として検出する、という方法が既に提案されている（例えば特開昭82-15538号参照）。また上記輪郭候補点はその他、パターンマッチングによる手法や、直線あてはめを行なってその傾きから輪郭部を判別する方法等によ

て検出することもできる。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、上述のような種々の方法によって輪郭候補点を検出する際、画像内に骨の辺縁部等照射野輪郭部と同様に濃度が急激に変化する部分が存在したり、あるいは照射野外に散乱放射線のエネルギーが蓄積されていたりすると、それらの部分の点が照射野輪郭候補点として誤検出されることがある。このような誤検出を完全に無くすことは困難であるが、ある輪郭候補点が誤検出である旨が正確に分かれれば、その輪郭候補点をキャンセルしたり、あるいは他の方法で検出した輪郭候補点に訂正することにより、照射野を誤認識することは避けられる。

そこで本発明は、前述のようにして検出した輪郭候補点が正しいか、あるいは誤りであるかを正確に判定することができる方法を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段及び作用)

本発明による放射線照射野輪郭候補点正誤判定

点2つに向けてそれぞれ延ばした2本の直線がなす角度等を用いることができる。

(実施例)

以下、図面に示す実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の方法によって放射線照射野輪郭候補点の正誤を判定するようにした放射線画像情報記録再生システムを示すものである。この放射線画像情報記録再生システムは基本的に、放射線画像撮影部20、先読み用読取部30、本読み用読取部40、および画像再生部50から構成されている。放射線画像撮影部20においては、例えばX線管球等の放射線源100から被写体(被検者)101に向けて、放射線102が照射される。この被写体101を透過した放射線102が照射される位置には、先に述べたように放射線エネルギーを蓄積する蓄積性蛍光体シート103が配置され、この蓄積性蛍光体シート103に被写体101の透過放射線画像情報が蓄積記録される。なお放射線源100と被写体101との間には、放射線102の照射野を絞る絞り10

方法は、前述のようにして検出した輪郭候補点が所定の判定基準を満たしているか否かを調べ、満たしていない場合はその輪郭候補点を照射野輪郭上には存在しない誤検出の点であると判定することを特徴とするものである。

また本発明のもう一つの放射線照射野輪郭候補点正誤判定方法は、上述のような判定基準を調べるとともにさらに、各輪郭候補点から、それ以外の輪郭候補点に基づいて照射野輪郭上にあると想定される点までの平均画像濃度を求め、輪郭候補点上記判定基準を満たさず、かつ上記平均画像濃度が所定のしきい値を下回る場合は、この輪郭候補点が照射野輪郭上に位置しない誤検出の点であると判定することを特徴とするものである。

上記の判定基準としてより具体的には、例えば正誤判定する輪郭候補点から画像内の所定点までの距離と、それ以外の輪郭候補点から上記所定点までの距離との関係や、正誤判定する輪郭候補点からそれ以外の輪郭候補点までの距離、さらには正誤判定する輪郭候補点からそれ以外の輪郭候補

4が配されている。

このようにして被写体101の放射線画像情報が記録された蓄積性蛍光体シート103は、移送ローラ等のシート移送手段110により、先読み用読取部30に送られる。先読み用読取部30において先読み用レーザ光源201から発せられたレーザ光202は、このレーザ光202の励起によって蓄積性蛍光体シート103から発せられる輝尽発光光の波長領域をカットするフィルター203を通過した後、ガルバノメータミラー等の光偏向器204により直線的に偏向され、平面反射鏡205を介して蓄積性蛍光体シート103上に入射する。ここでレーザ光源201は、励起光としてのレーザ光202の波長域が、蓄積性蛍光体シート103が発する輝尽発光光の波長域と重複しないように選択されている。他方、蛍光体シート103は移送ローラ等のシート移送手段210により矢印208の方向に移送されて副走査がなされ、その結果、蛍光体シート103の全面にわたってレーザ光202が照射される。ここで、レーザ光源201の発光強度、レーザ光202のビーム

径、レーザ光202の走査速度、蓄積性蛍光体シート103の移送速度は、先読みの励起光（レーザ光202）のエネルギーが、後述する本読み用読取部40で行なわれる本読みのそれよりも小さくなるように選択されている。

上述のようにレーザ光202が照射されると、蓄積性蛍光体シート103は、それに蓄積記録されている放射線エネルギーに対応した光量の輝尽発光光を発生し、この発光光は先読み用光ガイド207に入射する。輝尽発光光はこの光ガイド207内を導かれ、射出面から射出してフォトマルチプライヤー等の光検出器208によって受光される。該光検出器208の受光面には、輝尽発光光の波長域の光のみを透過し、励起光の波長域の光をカットするフィルターが貼着されており、輝尽発光光のみを検出し得るようになっている。検出された輝尽発光光は蓄積記録情報を担持する電気信号に変換され、増幅器209により増幅される。増幅器209から出力された信号はA/D変換器211によりデジタル化され、先読み画像信号S_pとして本読み用

ザ光302のビーム径が均一となるようにされている。他方、蓄積性蛍光体シート103は移送ローラなどのシート移送手段320により矢印308の方向に移送されて副走査がなされ、その結果、蓄積性蛍光体シート103の全面にわたってレーザ光が照射される。このようにレーザ光302が照射されると、蓄積性蛍光体シート103はそれに蓄積記録されている放射線エネルギーに対応した光量の輝尽発光光を発生し、この発光光は本読み用光ガイド309に入射する。本読み用光ガイド309の中を全反射を繰返しつつ導かれた輝尽発光光はその射出面から射出され、フォトマルチプライヤー等の光検出器310によって受光される。光検出器310の受光面には、輝尽発光光の波長域のみを選択的に透過するフィルターが貼着され、光検出器310が輝尽発光光のみを検出するようになっている。

蓄積性蛍光体シート103に記録されている放射線画像を示す輝尽発光光を光電的に検出した光検出器310の出力は、前記制御回路314が決定した読取ゲイン設定値aに基づいて読取ゲインが設定

読取部40の本読み制御回路314に入力される。この本読み制御回路314は、先読み画像信号S_pが示す蓄積記録情報に基づいて、読取ゲイン設定値a、収録スケールファクター設定値b、再生画像処理条件設定値cを決定する。また上記先読み画像信号S_pは、後に詳述する照射野認識回路220にも入力される。

以上のようにして先読みを完了した蓄積性蛍光体シート103は本読み用読取部40へ移送される。本読み用読取部40において本読み用レーザ光源301から発生されたレーザ光302は、このレーザ光302の励起によって蓄積性蛍光体シート103から発生される輝尽発光光の波長領域をカットするフィルター303を通過した後、ビームエクspander-304によりビーム径の大きさが厳密に調整され、ガルバノメータミラー等の光偏向器305によって直線的に偏向され、平面反射鏡306を介して蓄積性蛍光体シート103上に入射する。光偏向器305と平面反射鏡306の間にはf θ レンズ307が配され、蓄積性蛍光体シート103上を走査するレー

ザ光302のビーム径が均一となるようにされている。他方、蓄積性蛍光体シート103は移送ローラなどのシート移送手段320により矢印308の方向に移送されて副走査がなされ、その結果、蓄積性蛍光体シート103の全面にわたってレーザ光が照射される。このようにレーザ光302が照射されると、蓄積性蛍光体シート103はそれに蓄積記録されている放射線エネルギーに対応した光量の輝尽発光光を発生し、この発光光は本読み用光ガイド309に入射する。本読み用光ガイド309の中を全反射を繰返しつつ導かれた輝尽発光光はその射出面から射出され、フォトマルチプライヤー等の光検出器310によって受光される。光検出器310の受光面には、輝尽発光光の波長域のみを選択的に透過するフィルターが貼着され、光検出器310が輝尽発光光のみを検出するようになっている。

信号処理回路313から出力された読取画像信号（本読み画像信号）S_oは、画像再生部50の光変調器401に入力される。この画像再生部50においては、記録用レーザ光源402からのレーザ光403が光変調器401により、上記信号処理回路313から入力される本読み画像信号S_oに基づいて変調され、走査ミラー404によって偏向されて写真フィルム等の感光材料405上を走査する。そして感光材料405は上記走査の方向と直交する方向（矢印408方向）に走査と同期して移送され、感光材

料405 上に、上記本読み画像信号 S_o に基づく放射線画像が出力される。放射線画像を再生する方法としては、このような方法の他、前述したCRTによる表示等、種々の方法を採用することができる。

次に、前記第2図に示されるように蓄積性蛍光体シート103において放射線照射野Bが絞られている場合にも、前記読取ゲイン設定値a、収録スケールファクター設定値b、画像処理条件設定値cが適正に決定される仕組みについて、第5図を参照して説明する。この第5図に示されるように前記制御回路314は、信号抽出部350、ヒストグラム解析部351、読出部352および記憶部353からなる。先読み画像信号 S_p は上記信号抽出部350に入力され、該信号抽出部350において、後述するようにして指定される領域のみについての先読み画像信号 S_p' が抽出される。この信号抽出部350から出力される先読み画像信号 S_p' はヒストグラム解析部351に入力される。ヒストグラム解析部351は先読み画像信号 S_p' のヒストグ

ラムを作成し、例えばその最大値、最小値、最大頻度値等を求め、それらの値を示す情報 S_r を読出部352に送る。記憶部353にはこれら最大値、最小値等に対応する最適の読取ゲイン設定値a、収録スケールファクター設定値bおよび画像処理条件設定値cが記憶されており、読出部352は上記情報 S_r に対応する設定値a、b、cを記憶部353から読み出して、前述のようにそれぞれ増幅器311、A/D変換器312および信号処理回路313に送る。

次に信号抽出部350における信号抽出について説明する。照射野認識回路220は微分処理部221、しきい値設定部222、輪郭候補点信号検出部223、正誤判定部224および演算部225からなる。先読み画像信号 S_p はこの照射野認識回路220において、微分処理部221と輪郭候補点信号検出部223とに入力される。微分処理部221はデジタル化されているこの先読み画像信号 S_p を、まず第3図に示す方向 D_1 に沿って微分処理し、以下同様に方向 D_2 、 D_3 、…… D_n に沿って微分処理する。

この微分の方法は、1次元の1次微分でも高次の微分でもよいし、また2次元の1次微分や高次の微分でもよい。また、離散的に標本化された画像の場合、微分するとは近傍に存在する画像データ同志の差分を求めることと等価であり、本例ではこの差分を求める。上記複数の方向 $D_1 \sim D_n$ は、蓄積性蛍光体シート103の中心Oからシート端部に向かう放射状の方向であり、本例では、各方向 $D_1 \sim D_n$ が互いに等角度間隔に設定されている。またこのような放射状の方向 $D_1 \sim D_n$ は、例えば蓄積性蛍光体シート103のサイズが半切サイズ(256 × 192 mm)の場合、64方向程度設定される。このような微分処理を行なうことにより、上記の差分が求められる。この差分を示す情報 S_m は、輪郭候補点信号検出部223に送られる。輪郭候補点信号検出部223は上記差分を示す情報 S_m と、しきい値設定部222が出力するしきい値 T_h を示す情報 S_{th} とから、シート103上の放射線照射野Bの輪郭部分にあると考えられる輪郭候補点を求める。すなわち、照射野B内についての画像信号

のレベルは、照射野B外の領域についての画像信号のレベルに比べて全体的に明らかに高い値をとるので、ある方向 D_1 に沿った先読み画像信号 S_p の値は、第4図(a)に示すような分布をとる。したがって上記差分の値は第4図(b)に示すように、照射野エッジ部分において特異的に大きく変化する。そこで輪郭候補点信号検出部223は、この差分が負となりその絶対値が前記所定のしきい値 T_h を超える点を検出して、輪郭候補点を求める。

輪郭候補点信号検出部223は、上述のようにして求めた輪郭候補点についての先読み画像信号 S_p を抽出し、その抽出された各先読み画像信号 S_p に対応する画素位置を求め、その画素位置を示す情報 S_e を正誤判定部224に送る。上述のようにして抽出された先読み画像信号 S_p は、大部分が蓄積性蛍光体シート103上の放射線照射野B(第2図参照)のエッジ部分を担う画像信号、つまり輪郭候補点信号となる。本例において、上記画素位置は第2図に示すように、蓄積性蛍光体シ

ート103上の $x-y$ 直交座標系で表わされる。

正誤判定部224は、上記情報 S_e が示す画素位置の輪郭候補点がそれぞれ、本当に照射野輪郭部に位置するものであるか否かを、以下に述べるようにして判定する。正誤判定部224は、第13図に示すように、正誤を判定する輪郭候補点を E_n 、その両端の輪郭候補点をそれぞれ E_{n-1} 、 E_{n+1} としたとき、蓄積性蛍光体シート103の中心 O から輪郭候補点 E_n 、 E_{n-1} 、および E_{n+1} までの各距離 l_1 、 l_2 について、

$$l \geq \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot \cos \frac{2\pi}{n} \quad \dots(1)$$

であるか否かを調べる（なお n は、前述した微分処理の方向の数である）。通常そうであるように、本例においても照射野 B の形状は、星形のように内方に入り込む部分は持たない多角形であり、またシート中心 O を必ずこの照射野 B 内に位置させるということを前提として照射野絞りがなされるようになっている。上記(1)式が満足されないとい

上記の例にあつては、そのような適正な点として例えば、シート中心 O から誤検出の輪郭候補点 E_n と同方向にあって、シート中心 O から

$$l' = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot \cos \frac{2\pi}{n}$$

だけ離れた点等を用いることができる。

以上述べたようにして正しい輪郭候補点を残すか求めた後、これらの点に沿った線を探れば、その線が照射野の輪郭となることは、先に述べた通りである。この輪郭候補点に沿った線は、例えばそれらの点を平滑化処理した後残った点を連結する方法、局所的に最小二乗法を適用して複数の直線を探し、それらを連結する方法、スプライン曲線等を当てはめる方法等によって求めることができるが、本例において演算部225は、特にHough変換を利用して輪郭候補点に沿った複数の直線を求めるように構成されている。以下、この直線を求める処理について詳しく説明する。

演算部225は上記情報 S_e が示す画素位置

うことは、第13図に示すように輪郭候補点 E_n がその両隣の輪郭候補点 E_{n-1} および E_{n+1} よりもシート中心側に入り込んでいることを示すが、照射野 B が上記の通りの多角形である限り、照射野輪郭上にこのような入り込んだ点 E_n は存在しないはずである。したがって正誤判定部224は、上記(1)式が満たされない場合は、輪郭候補点 E_n は照射野内の点が誤検出されたものであるとみなして、前記画素位置情報 S_e の中からこの輪郭候補点 E_n についての情報を削除する。一方上記(1)式が満たされれば、輪郭候補点 E_n についての画素位置情報はそのまま生かされる。正誤判定部224は、検出されたすべての輪郭候補点について上記の判定処理、および必要であれば上記削除処理を行ない、この処理済みの画素位置情報 S_e' を演算部225に送る。

なおこの例では、輪郭候補点 E_n が誤検出点であると判定したとき、この点をキャンセルしているが、そのような点を、他の輪郭候補点から導かれるより適正な点に訂正するようにしてもよい。

（輪郭候補点）の座標を (x_0, y_0) としたとき、これらの x_0, y_0 を定数として

$$\rho = x_0 \cos \theta + y_0 \sin \theta$$

で表わされる曲線を、すべての輪郭候補点座標 (x_0, y_0) について求める。この曲線は第6図に示すようなものとなり、輪郭候補点座標 (x_0, y_0) の数だけ存在する。

次いで演算部225は、上記複数の曲線のうちの所定数 Q 以上の曲線が互いに交わる交点 (ρ_0, θ_0) を求める。なお、輪郭候補点座標 (x_0, y_0) の誤差等のため、多数の曲線が厳密に一点で交わることは少ないので、実際には例えば2本の曲線の交点が互いに微小所定値以下の間隔で存在するとき、それらの交点群の中心を上記交点 (ρ_0, θ_0) とする。次に演算部225は、交点 (ρ_0, θ_0) から前記 $x-y$ 直交座標系において次式

$$\rho_0 = x \cos \theta_0 + y \sin \theta_0$$

で規定される直線を求める。この直線は、複数の輪郭候補点座標 (x_0, y_0) に沿って延びる直

線となる。なお放射線照射野B内において急激に濃度に変化する付近縁部等も、上記輪郭候補点として検出されることがある。したがって第2図にも示すように、このような輪郭候補点と照射野輪郭部の輪郭候補点とを結ぶ直線Lが求められる可能性があるが、前述の所定数Qを十分に大きく

(例えば20本以上等)設定しておけば、上記のような直線Lは求められない。つまり多数の輪郭候補点に沿う、照射野輪郭を示す直線のみが求められる。

上述した直線は、輪郭候補点が第2図図示のように分布している場合、第7図図示のようなものとなる。演算部225は次に、こうして求めた複数の直線 L_1 、 L_2 、 L_3 … L_n によって囲まれる領域を求め、この領域を放射線照射野Bとして認識する。この領域は、詳しくは例えば以下に述べるようにして認識される。演算部225は蓄積性蛍光体シート103の隅部と中心Gとを結ぶ線分 M_1 、 M_2 、 M_3 … M_m (蓄積性蛍光体シート103が矩形の場合は4本)を記憶しており、これら各線分

向の起点となる点を照射野内のシート中心Oとしているが、この起点はシート中心点に限らず、シート上に存在する点ならばどのような点が利用されてもよい。例えば放射線照射野が極めて小さく絞られる場合は、シート中心点が照射野外に位置することもあるので、その場合は蓄積性蛍光体シート内の濃度最大点、濃度重心点、さらには画像濃度を2値化した際の高濃度側領域の重心等、照射野内に存在することになる点を利用することができる。

また上記実施例では、微分処理の方向 D_1 ～ D_n をシート中心Oのまわりに等角度間隔で設定しているが、これらの方向は特に等角度間隔に設定されなくても構わない。すなわち例えば第8図に示すように蓄積性蛍光体シート103の辺部に等距離間隔の点を複数設定し、照射野B内の点Pからそれらの点に向かう各方向 D_1 ～ D_n を微分処理の方向とするようにしてもよい。

また第9図に示すように、照射野B内の点Pから輪郭候補点Eまでの距離gがさほど変化しない

M_1 ～ M_m と上記各直線 L_1 ～ L_n との交点の有無を調べる。この交点が存在した場合、演算部225は上記直線によって2分される平面のうち、シート隅部を含む側の平面を切り捨てる。この操作をすべての直線 L_1 ～ L_n 、線分 M_1 ～ M_m に関して行なうことにより、直線 L_1 ～ L_n によって囲まれる領域が残される。この残された領域は、すなわち放射線照射野Bである。

演算部225は以上のようにして認識した放射線照射野Bを示す情報Stを、制御回路314の信号抽出部350に送る。信号抽出部350は先読み画像信号Spから、この情報Stが示す領域についての信号のみを抽出してヒストグラム解析部351に送る。したがって該ヒストグラム解析部351におけるヒストグラム解析は、蓄積性蛍光体シート103上の実際に放射線が照射された領域のみに関して行なわれることになるので、前述の設定値a、bおよびcは、実際の蓄積記録情報に対して最適のものとなる。

以上説明した実施例においては、微分処理の方

所では微分処理の方向Dを比較的粗く設定し(図中 h_1 の範囲)、上記距離gがかなり変化するようにになったら微分処理の方向Dを比較的精密に設定する(図中 h_2 の範囲)ようにしてもよい。

なお、正誤の判定に供する輪郭候補点から画像内の所定点までの距離と、それ以外の輪郭候補点から上記所定点までの距離との関係に基づいて正誤を判定するには、前記(1)式以外の判定基準を用いることもできる。例えば照射野Bの形状が第14図に示すように矩形であることが前提として分かっているような場合は、照射野各辺の最端部の輪郭候補点以外の輪郭候補点 E_m について、

$$g \leq \frac{g_1 + g_2}{2} \cdot \cos \frac{2\pi}{n} \quad \dots (2)$$

とならなければ、その輪郭候補点 E_m を誤検出点であると判定することができる。すなわち、上述のような位置の輪郭候補点 E_m は正しいものであれば、その両隣の輪郭候補点 E_{m-1} と E_{m+1} とを結ぶ線分よりシート端部側に飛び出してしまうことは

無いからである。

また照射野Bの形状が第15図に示すように円形である場合は、正誤判定に供する輪郭候補点 E_n から照射野中心Oまでの距離を見、その他のすべての輪郭候補点から照射野中心Oまでの距離の平均値を見、所定のしきい値を α として、

$$| \bar{L} - \bar{L} | < \alpha$$

なる関係が成立しなければ、つまり距離見が他の輪郭候補点から照射野中心Oまでの距離と大きくかけ離れていれば、その輪郭候補点 E_n は誤検出点であると判定することができる。

また、照射野形状が上記と同様の場合は、判定に供する輪郭候補点 E_n の両隣の輪郭候補点 E_{n-1} および E_{n+1} から照射野中心Oまでの距離をそれぞれ L_1 、 L_2 、所定のしきい値を β として、

$$| \bar{L} - (L_1 + L_2) / 2 | < \beta$$

なる関係が成立しなければ、つまり距離見が距離 L_1 と L_2 の平均値と大きくかけ離れていれば、その輪郭候補点 E_n は誤検出点であると判定することができる。

なる関係が成立しなければ、つまりこの角度 θ が特異的に小さくなっていけば、その輪郭候補点 E_n は誤検出点であると判定することができる。また上記のような角度 θ をすべての輪郭候補点について求め、その平均値を $\bar{\theta}$ 、所定のしきい値を δ としたとき、

$$| \bar{\theta} - \bar{\theta} | < \delta$$

なる関係が成立しなければ、すなわちこの角度 θ が平均値と大きくかけ離れていれば、その輪郭候補点 E_n は誤検出点であると判定することができる。

次に第18図を参照して、輪郭候補点正誤判定の精度をより高めるようにした本発明の別の方法について説明する。この第18図は、先に説明した第5図図示の照射野認識回路220と同じように使用される照射野認識回路250を示している。なおこの第18図において、第5図中の要素と同等のものには同番号を付してあり、それらについては特に必要の無い限り説明を省略する。この回路250において、輪郭候補点信号検出部223が出力する輪郭候補点画素位置を示す情報 S_n は、正誤判定部

また本発明においては、求められた輪郭候補点間の距離を判定基準に用いることもできる。例えば第16図に示すように照射野Bの形状が円形である場合は、判定に供する輪郭候補点 E_n とその両隣の輪郭候補点 E_{n-1} 、 E_{n+1} までの各距離をそれぞれ L_1 、 L_2 、所定のしきい値を γ として、

$$(L_1 + L_2) / 2 < \gamma$$

なる関係が成立しなければ、つまりこれらの距離 L_1 、 L_2 の平均値が特異的に大きくなっていけば、その輪郭候補点 E_n は誤検出点であると判定することができる。

さらに本発明においては、判定に供する輪郭候補点とそれ以外の輪郭候補点2つとをそれぞれ結ぶ2本の線分がなす角度を判定基準として用いることもできる。例えば第17図に示すように照射野Bが円形であって、判定に供する輪郭候補点 E_n とその両隣の輪郭候補点 E_{n-1} 、 E_{n+1} を結ぶ2本の線分 J_1 、 J_2 を考え、これらの線分 J_1 、 J_2 がなす角度を θ 、所定のしきい値を ϕ として、

$$\theta > \phi$$

251に送られる。またこの正誤判定部251には、先読み画像信号 S_p も入力される。本例においては、前記第14図に示したように照射野Bの形状は、必ず矩形とされるようになっており、正誤判定部251は先に述べた②式を判定基準として、該②式が満たされなければ、輪郭候補点 E_n がその両隣の輪郭候補点 E_{n-1} と E_{n+1} とを結ぶ線分よりも外側に飛び出しているとみなす。そして正誤判定部251は、このように輪郭候補点 E_n が飛び出していると見なした場合、その両隣の輪郭候補点 E_{n-1} および E_{n+1} に基づいて照射野輪郭上に位置すると導き出される点 E_n' を求める。本例でこの点 E_n' は、輪郭候補点 E_n と微分処理の起点(シート中心)Oを結ぶ線分上において、該起点Oから

$$L' = \frac{L_1 + L_2}{2} \cdot \cos \frac{2\pi}{n}$$

だけ離れた点とされる(第19図参照)。

次いで正誤判定部251は、先読み画像信号 S_p に基づいて、上記点 E_n' と最初に検出した輪郭

候補点 E_n との間の平均画像濃度 D を求め、この平均画像濃度 D が所定のしきい値を下回る場合は、輪郭候補点 E_n が誤検出点であると判定する。すなわち、輪郭候補点 E_n が前述のように飛び出した点であれば、両点 E_n と E_{n-1} との間は照射野外領域であって、この部分はいかなる場合も概して低濃度であるから、上述のように判定できるのである。こうして輪郭候補点 E_n が照射野外まで飛び出した点であると判定した場合、正誤判定部251は、前述したようにその点 E_n をキャンセルしたり、あるいは前記輪郭候補点 E_{n-1} および E_{n-2} に基づいて導き出された点 E_n' に置き換える。

上述の正誤判定を受けた後の輪郭候補点の画素位置を示す情報 S_e' は演算部225に送られ、前述の場合と同様にして、この情報 S_e' に基づいて照射野輪郭が求められる。

なお、検出した輪郭候補点が照射野外にあるものであるか否かを、以上述べたような平均画像濃度に基づいて判定するステップは、特に前記(2)式を判定基準として正誤判定する場合に限らず、そ

部の輪郭候補点をすべて検出可能で、複雑な形状の照射野 B も正しく認識できることになる。また例えば照射野 B の形状が必ず矩形であると決まっているような場合は、第12図図示のように、微分処理の起点となる点 P を移動させつつ微分処理を行なうようにしてもよい。このような場合は蓄積性蛍光体シート103の左端側の照射野輪郭部と、右端側の照射野輪郭部とで差分の符号(正負)が反対になるが、いずれの場合も、差分の絶対値としきい値とを比較すればよい。本発明による輪郭候補点正誤判定方法は、このようにして輪郭候補点を求める場合においても当然実施可能である。

尚、第1図に示される装置は、本読み用読取部と先読み用読取部とを個別に有しているが、例えば特開昭58-67242号に示されるように本読み用読取部と先読み用読取部とを兼用し、先読みが終了したならばシート移送手段により蓄積性蛍光体シートを読取部に戻して本読みを行ない、先読み時には励起光エネルギー調整手段により、励起光エネルギーが本読み時のそれよりも小さくなるよう

の他の判定基準で輪郭候補点の正誤判定を行なう場合においても付加的に実施されうるものである。

また以上説明したような「先読み」は、通常「本読み」におけるよりも粗い画素単位で行なわれる。前述の微分処理は、このような比較的粗い読取り操作によって得られた画像データそのものに対して行なってもよいし、これらの画像データを補間してより精細な画像データを得てからそれらの画像データに対して行なってもよい。さらには、複数画素の画像信号を平均した画像データに対して上記微分処理を行なうようにしても構わない。

また、第2図に示すような形状の照射野 B を認識する場合、照射野輪郭部の輪郭候補点は通常1回の微分処理で1つだけ求められるが、例えば第10図、第11図に示すような形状の照射野 B を認識する場合は、照射野輪郭部の輪郭候補点が複数検出されることもある。このような場合でも、前述の差分の値がしきい値を超える点はすべて輪郭候補点として検出するようにしておけば、照射野輪

に調整してもよく、本発明方法はそのような装置によって放射線画像情報読取りを行なう場合においても適用可能である。

さらに、以上述べた実施例においては、先読み画像信号から放射線照射野を認識するようにしているが、本読み画像信号、または先読みを行わずに本読みに相当する読取りを直接行なって得た画像信号を利用して本発明方法により照射野輪郭候補点を認識することも勿論可能である。このような場合は、認識した照射野情報を、例えば画像処理条件設定値 c を適正に設定するために利用することができる。

さらに、以上述べた実施例においては、蓄積性蛍光体シートを放射線画像情報の記録媒体として利用しているが、本発明方法は、従来から知られているX線撮影用銀塩写真フィルムから放射線画像を読み取って画像信号を得る場合においても、同様に実施されうるものである。

(発明の効果)

以上詳細に説明した通り本発明の放射線照射野

輪郭候補点正誤判定方法においては、微分処理などによって検出された輪郭候補点が所定の判定基準を満足しているか否かを調べ、さらには、正誤判定に供する輪郭候補点から、それ以外の輪郭候補点に基づいて照射野輪郭上にあると想定される点までの平均画像濃度に基づいて、該輪郭候補点が照射野外領域にあるものであるか否かを調べるようにしているので、輪郭候補点の正誤を正確に判定可能となっている。したがって本方法によれば、誤った輪郭候補点を照射野認識のために供することを防止し、放射線照射野を正確に認識して、被写体に関する情報を正しく把握し、本読みの読取条件や画像処理条件を最適に設定することができる。よって本発明方法によれば、常に観察読影適性の優れた放射線画像を再生することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明方法により照射野輪郭候補点の正誤を判定して放射線画像情報読取りを行なう装置の概略構成図、

第2図は本発明に係る蓄積性蛍光体シートへの放射線画像情報記録状態を示す説明図、

第3図は本発明に係る微分処理の方向を説明する説明図、

第4図は本発明に係る画像信号の分布状態と画像信号差分値の分布状態を示すグラフ、

第5図は第1図の装置の一部を詳しく示すブロック図、

第6図は輪郭候補点に沿った直線を検出する方法を説明するためのグラフ、

第7図は輪郭候補点に沿った直線で囲まれる領域を抽出する方法を説明するための説明図、

第8、9、10、11および12図は、本発明に係る微分処理の方向設定の別の例を示す説明図、

第13、14、15、16および17図は、本発明方法における判定基準を説明する説明図、

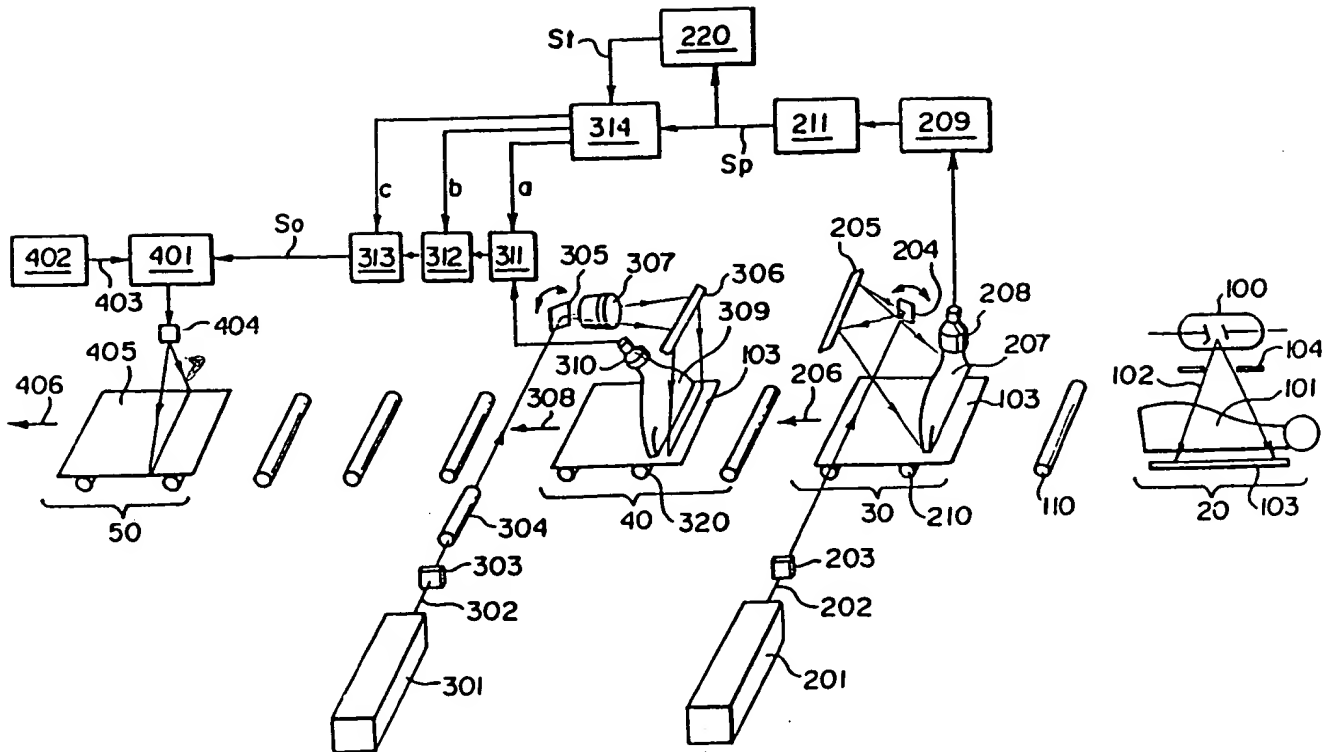
第18図は本発明方法を実施する装置の別の例を示すブロック図、

第19図は本発明方法における平均画像濃度による輪郭候補点正誤判定を説明する説明図である。

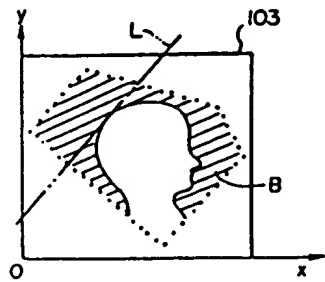
20…放射線画像撮影部 30…先読み用読取部
40…本読み用読取部 100…放射線源
101…被写体 102…放射線
103…蓄積性蛍光体シート 104…絞り
201…先読み用レーザー光源
202…先読み用レーザー光
204…先読み用光偏向器
208…先読み用光検出器
210…先読み用シート移送手段
220、250…照射野認識回路 221…微分処理部
222…しきい値設定部
223…輪郭候補点信号検出部
224、251…正誤判定部 225…演算部
301…本読み用レーザー光源
302…本読み用レーザー光
305…本読み用光偏向器
310…本読み用光検出器 311…増幅器
312…A/D変換器 313…信号処理回路
314…制御回路 320…本読み用シート移送手段
B…放射線照射野 a…読取ゲイン設定値

b…収録スケールファクター設定値
c…再生画像処理条件設定値
D₁～D_n…微分処理の方向
O、P…微分処理の起点となる点
S_o…本読み画像信号 S_p…先読み画像信号
S_e…輪郭候補点を示す情報
S_e'…正誤判定後の輪郭候補点を示す情報

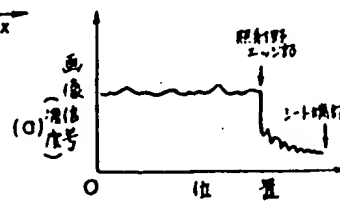
第 1 図



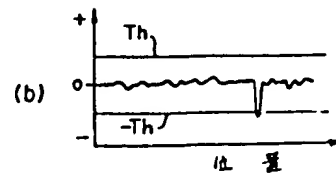
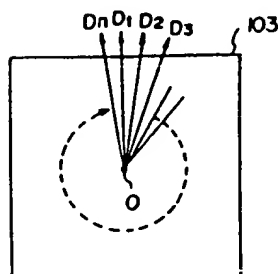
第 2 図



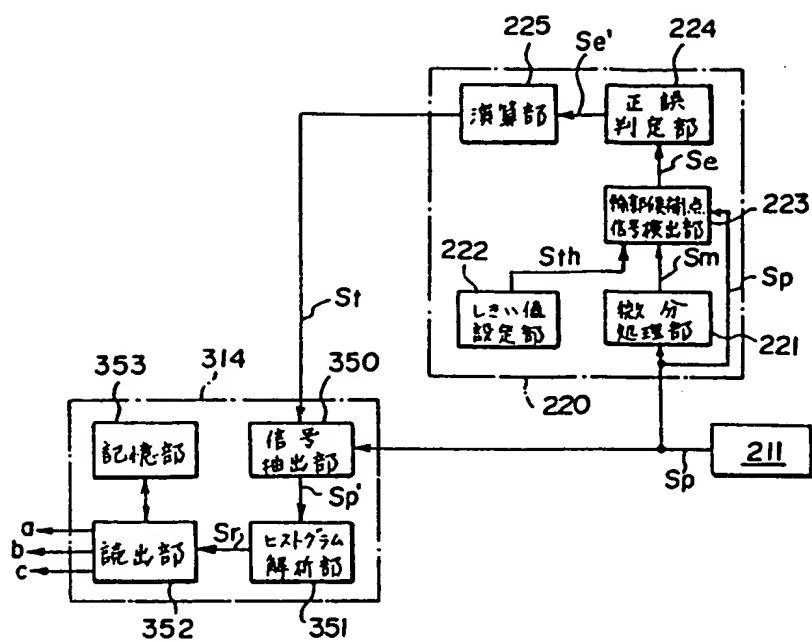
第 4 図



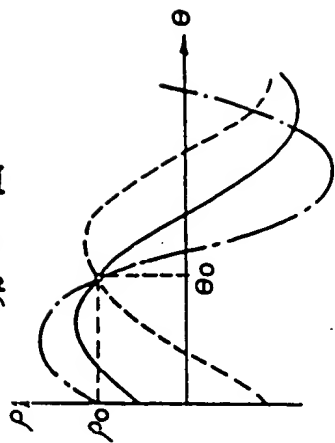
第 3 図



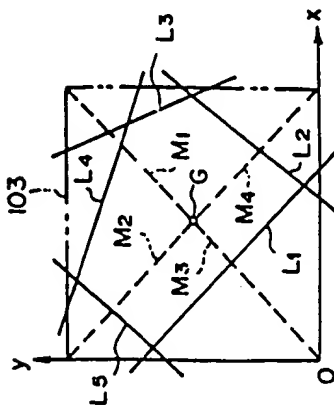
第 5 図



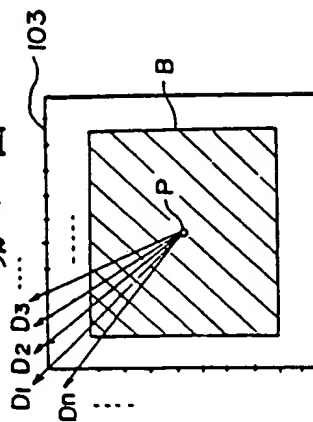
第 6 図



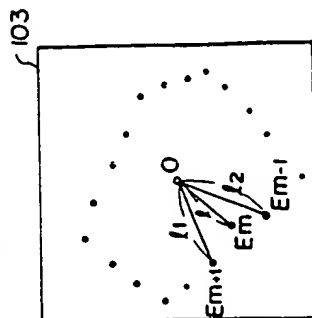
第 7 図



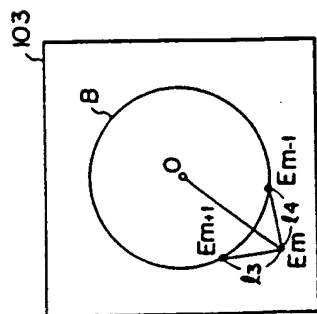
第 8 図



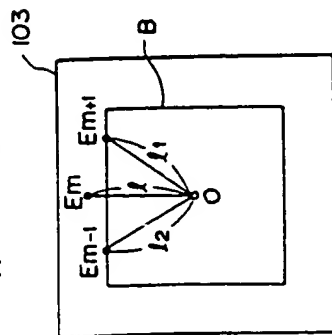
第 13 図



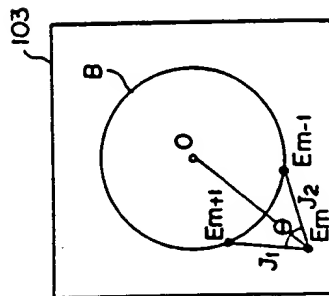
第 16 図



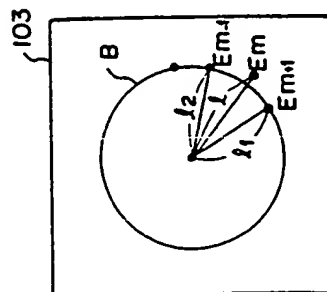
第 14 図



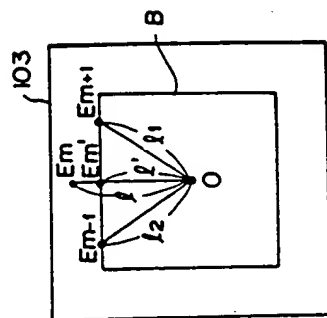
第 17 図



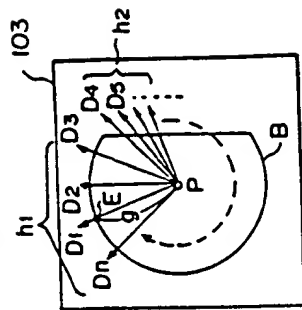
第 15 図



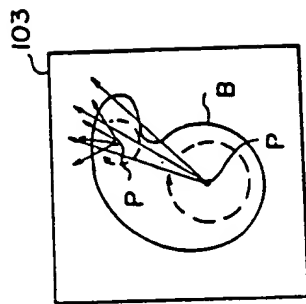
第 19 図



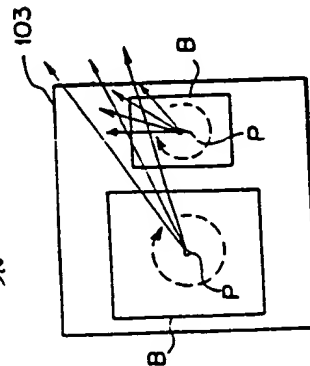
第 9 図



第 10 図



第 11 図



第 12 図

